

WACŁAW MOZOLEWSKI <sup>1</sup>  
MAGDALENA WARMIŃSKA <sup>2</sup>  
ANETA DĄBROWSKA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

<sup>2</sup> Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

## Metody restytucji mrożonych frytek czynnikiem kształtującym ich profil smakowy

### Heat treatment methods of frozen French fries as a factor determining their flavour profile

Celem pracy było określenie wpływu metod restytucji mrożonych frytek ziemniaczanych na ich profile smakowe. Materiałem do badań były handlowe mrożone frytki ziemniaczane firmy Aviko i McCain o kształcie prostym i karbowanym. Frytki przygotowano do spożycia zgodnie z informacją umieszczoną na opakowaniu przy użyciu piekarnika, kuchni mikrofalowej oraz smażąc we frytownicy. Określenia profili smakowych frytek wg PN-ISO 6564 dokonał odpowiednio przygotowany 6 osobowy zespół. Oceny natężenia poszczególnych deskryptorów cech smakowych dokonano z użyciem 100 milimetrowej niestrukturowanej skali graficznej i poddano obliczeniom statystycznym z zastosowaniem analizy wariancji. Przygotowanie frytek w kuchni mikrofalowej wytworzyło we frytkach typowy smak gotowanego ziemniaka, co różnicowało je istotnie ( $\alpha = 0,05$ ) od frytek restytuowanych w piekarniku i frytownicy. Gorący tłuszcz znajdujący się we frytownicy okazał się najlepszym medium grzewczym wpływającym na wytworzenie się charakterystycznego smaku ziemniaka smażonego oraz tłuszczowo-orzechowego ( $\alpha = 0,01$ ) zaś gorące powietrze piekarnika i mikrofałe kuchenki w mniejszym stopniu wpływały na powstawanie pozytywnych profili smakowych frytek. Stwierdzono zmniejszenie się negatywnych profili smakowych we frytkach restytuowanych w frytownicy: kwaśnego, gnilnego i obcego. Środowisko piekarnika i kuchni mikrofalowej z termoobiegiem wytwarzało charakterystyczny profil produktu przypalonego. Najlepsze smakowo frytki otrzymano smażąc mrożony półprodukt we frytownicy, były one bardziej akceptowane i charakteryzowały się większym natężeniem profili pozytywnych niż negatywnych w porównaniu z frytkami otrzymanymi pozostałymi technikami.

**Słowa kluczowe:** analiza sensoryczna, frytki, metody restytucji, profile smakowe

The aim of the study was to establish the influence of different heat treatment methods used for frozen potato French fries on their flavour profiles. The material for this study were straight cut and crinkle cut French fries produced by Aviko and Mc'Cain. The fries were prepared for consumption according to the instruction on the packaging by the use of an electric oven, a microwave oven and a deep fryer. The sensory evaluation was performed according to PN-ISO 6564 by a well-trained professional panel of 6 experts. The intensity of particular flavour descriptors was evaluated by the use of a 100 millimeter non-structural graphic scale and subjected to statistic calculation using the method of variation analysis. Preparation of French fries in the microwave oven produced typical flavour of

boiled potato, which differentiated them significantly ( $\alpha = 0.05$ ) from the French fries reheated in the electric oven and deep fryer. The hot oil of the deep fryer proved to be the best heating medium contributing to the emergence of characteristic flavour of fried potato and a fatty nut-like ( $\alpha = 0.01$ ), whereas the hot air of the oven and the microwave had less influence on the appearing of positive flavour profiles of the French fries. It was observed that negative flavour profiles diminished in French fries reheated in a fryer: sour, putrid, and unfamiliar one. The environment of electrical and microwave oven with thermal cycling created a typical profile of a slightly burnt product. The tastiest French fries were obtained by frying the product in the deep fryer — they were the most acceptable and with a higher intensity of positive rather than negative profiles as compared with French fries prepared using other methods.

**Key words:** French fries, flavour profile, heat treatment, sensory evaluation

#### WSTĘP

Żywność smażona, szczególnie frytki są chętnie spożywane przez konsumentów ze względu na ich przyjemny smak, zapach i chrupką skórkę. Poza tym są bardzo łatwe w przygotowaniu zarówno w gastronomii, jak i gospodarstwie domowym.

Na polskim rynku obecni są producenci frytek przede wszystkim tacy, jak: Aviko, McCain, Farm Frites, Fritar, Stóver, Lutosa a ich produkcja zwiększa się corocznie i szacuje się że w najbliższym dziesięcioleciu trend taki będzie się utrzymywał (Grochulska, 2008).

Mrożone, handlowe frytki podlegają różnym procesom technologicznym w zakładzie przetwórczym, w tym smażeniu. Olej lub inny tłuszcz, użyty w procesie, ulega przemianom hydrolitycznym, oksydacyjnym i polimeryzacyjnym (Dobarganes i Marquez-Ruiz, 2007). Podczas procesu przetwarzania oraz zamrażalniczego przechowywania jakość półproduktu może pogarszać się, pozbawiając produkt finalny właściwych walorów smakowych i zapachowych (Kita i Lisińska, 2007; Orthoefer i in., 1996; Tabee i in., 2008;). Jakość tłuszczu ma istotne znaczenie z powodu jego absorpcji przez produkt podczas smażenia, tym samym wpływa on na jakość produktu finalnego (Kita i in., 2009; Orthoefer i in., 1996).

Przygotowanie frytek do konsumpcji, najczęściej mrożonych, odbywa się podczas krótkiego cyklicznego smażenia w głębokim oleju frytownicy. Dotyczy to głównie restauracji fast food, ale i gospodarstw domowych. Producenci wychodząc na przeciw konsumentom proponują również przygotowywanie ich w kuchniach mikrofalowych lub piekarnikach, czy też piecach konwekcyjno- parowych.

Różne techniki przygotowania mrożonych frytek do konsumpcji przebiegają w wysokich temperaturach: 175–180°C w czasie 2–3 minut podczas smażenia w tłuszczu lub 225–250°C w czasie 20–30 minut w powietrzu gorącego piekarnika (Dobarganes i Marquez-Ruiz, 2007; Kita i in., 2009, Mozolewski i in., 2009). Techniki te powodują zarówno pozytywne, jak i negatywne przemiany w wysokich temperaturach restytucji. Przykładowo przygotowanie frytek we frytownicy zwiększa w nich zawartość tłuszczu, natomiast środowisko gorącego powietrza w piekarniku powoduje miejscowe przypalenia, zmniejszając jakość sensoryczną (Mozolewski i in., 2009). Zarówno medium grzewcze, jak i jego temperatura mogą mieć zatem różnorodny wpływ na tworzenie się profili

smakowo-zapachowych, szczególnie typowego, ziemniaczano-olejowego oraz smażonego ziemniaka (van Loon i in., 2005).

Celem pracy było określenie wpływu metod restytucji mrożonych frytek ziemniaczanych na kształtowanie ich profili smakowych.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły mrożone frytki ziemniaczane, Firmy Aviko i McCain, o kształcie prostym i karbowane, zakupione w handlu detalicznym na terenie Olsztyna na przełomie roku 2010/2011 a półprodukt był w początkowym okresie przydatności do spożycia. Opakowania jednostkowe były pobierane w sposób losowy, po 6 opakowań dla każdego asortymentu o masie 450–750 g. W laboratorium Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności UWM w Olsztynie po dokonaniu oceny organoleptycznej półproduktu mrożonego wg PN-A-82350:1996 zawartość opakowania łączono w próbę ogólną, z której wydzielano średnie próbki laboratoryjne. Zamrożony półprodukt poddawano, zgodnie z przepisem widniejącym na opakowaniu, obróbce termicznej następującymi metodami restytucji:

- we frytownicy — smażenie przeprowadzono w temp. 180°C przez  $3 \pm 0,5$  min. w elektrycznej frytownicy firmy Philips, stosując olej sojowy a próbki frytek osączano z nadmiaru tłuszczu na bibule filtracyjnej,
- w piekarniku — pieczenie odbywało się w nagrzanym do temp. 225°C w piekarniku kuchenki elektrycznej Amica typ Exclusive przez  $12 \pm 1$  min.
- w kuchence mikrofalowej — pieczenie prowadzono przez 10 min. w kuchence mikrofalowej Samsung model RE 1100 w temp. 225°C z zastosowaniem mikrofal (420 W) i termoobiegu.

Restytucję każdej z prób prowadzono w dwóch powtórzeniach technologicznych. Wszystkie próbki osączano z nadmiaru tłuszczu na bibule filtracyjnej, następnie umieszczano w pojemniku GN ze stali kwasoodpornej ogrzewanym do temp. 70°C i po zakodowaniu poddawano ocenie.

#### **Określenie deskryptorów, wybór próbek referencyjnych i trening (PN-ISO 6564.1999)**

W czasie pracy zespołu, każdy z oceniających sporządził listę określeń kojarzących się z produktem, a trening z użyciem próbek referencyjnych prowadzono przez kolejnych 10 sesji, po których lider zespołu podczas dyskusji panelowej dokonał redukcji deskryptorów drogą eliminacji. Do przygotowania próbek referencyjnych z użyciem bulw użyto ziemniaka odmiany Lotos pochodzącego z SHR w Szyldaku

Poniżej przedstawiono sposób przygotowania próbek referencyjnych profili, które występowały w ocenie badanych frytek:

- gotowanego ziemniaka — w wodzie bez dodatku soli, podawany w całości,
- smażonego ziemniaka — plastry o grubości 1 cm smażone w świeżym oleju rzepakowym w temp. 180°C przez 10 min., osączone z nadmiaru tłuszczu,
- pieczonego ziemniaka — obrany, owinięty w folię aluminiową, pieczony w piekarniku w temp. 225°C przez 40 min.,

- delikatny posmak tłuszczu-plastry ziemniaka grubości 1 cm smażone w świeżym oleju; sojowym w temp. 180°C przez 10 min., osączone z nadmiaru tłuszczu,
- tłuszczowo-orzechowy — handlowe snaki ziemniaczane o smaku orzechowym,
- tłuszczowo-ziemniaczany — chipsy ziemniaczane solone,
- przyjemny słodki, słodki-ziemniak przechowywany w chłodziarce w temp.  $2\pm 1^\circ\text{C}$  przez 10 dni, gotowany w wodzie bez dodatku soli,
- przypalony-plastry ziemniaka smażone na patelni teflonowej bez użycia tłuszczu,
- obcy-trudny do zidentyfikowania,
- jełki-plastry ziemniaka smażone w przeterminowanym oleju sojowym,
- kwaśny-handlowe pierogi ruskie,
- gnilny-skaleczony, zawilgocony ziemniak poddany procesowi gnicia w temp. 20°C,

Oceny profili smakowych dokonywano użyciem 100 milimetrowej niestrukturowanej skali graficznej w specjalistycznej pracowni analizy sensorycznej będącej w dyspozycji Katedry. Określenia profili smakowych frytek dokonał 6 osobowy zespół spełniający wymogi formalne, zgodnie z metodyką zawartą w PN-ISO 6564.1999.

Wyniki badań poddano obliczeniom statystycznym, stosując jednoczynnikową analizę wariancji. Do zróżnicowania średnich obiektowych poszczególnych czynników zastosowano Test F- Snedecora, oznaczając istotność różnic przy poziomach istotności  $\alpha = 0,01$  i  $\alpha = 0,05$ . W tabelach zamieszczono wyniki średnie oraz ich zróżnicowanie. Liczebność prób dla każdej techniki  $n = 48$ .

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Poniżej w tabeli 1 przedstawiono wyniki uzyskane w ocenie natężenia profili smakowych frytek przygotowanych do spożycia z użyciem różnych metod obróbki termicznej. Średnie noty natężenia profili nie były wysokie, a metody restytucji wpływały w zróżnicowany sposób na tworzenie lub brak odpowiedniego natężenia poszczególnych profili. Najniższe natężenie cechy smakowej (profil smażonego ziemniaka) wykazywały frytki przygotowane w piekarniku (1,66 pkt.) najwyższe zaś cechy smakowej (pieczonego ziemniaka) frytki restytuowane w kuchni mikrofalowej z notą 4,18 punktu.

Przygotowanie frytek w kuchni mikrofalowej, pomimo zastosowania opcji opiekania wytworzyło we frytkach typowy smak gotowanego ziemniaka, co odróżniało istotnie ( $\alpha = 0,05$ ) produkt otrzymany tą metodą od frytek restytuowanych w piekarniku i frytownicy. Frytki restytuowane we frytownicy uzyskały charakterystyczny smak ziemniaka smażonego oraz profil tłuszczowo-orzechowy. Niższe natężenia profili smakowo-zapachowych frytek uzyskiwano w gorącym powietrzu piekarnika i mikrofalach kuchenki.

Prekursory związków smakowo-zapachowych ziemniaka obecne są w świeżych bulwach, a należą do nich głównie cukry, aminokwasy, kwasy nukleinowe oraz lipidy. Podczas obróbki termicznej biorą one udział w reakcji Maillarda, w wyniku której powstają produkty ich degradacji (Jansky, 2010). Powstawanie ziemniakopodobnego smaku i zapachu następuje w wyniku rozpadu  $\alpha$ -aminokwasów, które ulegają deaminacji i dekarboksylacji dając aldehydy i ketony. Przykładem tej reakcji może być powstawanie metionalu z metioniny, który stanowi ważny udział w smaku pieczonego ziemniaka oraz

odpowiada za zapach gotowanego ziemniaka. Do innych grup związków powstających podczas obróbki termicznej zaliczane są pochodne pyrazyny, które nadają produktom smak orzechowy oraz smażonego ziemniaka (Duckham i in., 2001; Oruna-Concha i in., 2002).

Tabela 1

**Pozytywne profile smakowe frytek uzyskanych różnymi metodami restytucji**  
**Positive flavour profiles of French fries prepared using different heat treatment methods**

Technika przygotowania frytek Method of preparation	n	Profil smakowy, natężenie (punkty 1-10) Flavour profile, intensity (points 1-10)					
		gotowanego ziemniaka boiled potato	smażonego ziemniaka fried potato	pieczonego ziemniaka roasted potato	delikatny posmak tłuszczu faint fatty flavour	przyjemny słodkawy pleasant sweetish	tłuszczowo-orzechowy fatty nut-like
W piekarniku Electric oven	48	1,95a	1,66B	3,73a	2,92b	3,10b	2,39B
W kuchni mikrofalowej Microwave oven	48	2,49b	2,16B	4,18a	2,72b	2,63b	2,61B
We frytownicy Deep fryer	48	2,09a	3,70A	3,08a	4,07a	3,86a	3,68A
NIR — LSD		0,34	1,32	1,11	0,56	0,71	0,99

Wartości oznaczone tymi samymi literami (A, B, C) nie różnią się istotnie na poziomie ( $\alpha = 0,01$ )

The values denoted with the same letters (A, B, C) do not significantly differ at the level of ( $\alpha = 0.01$ )

Wartości oznaczone tymi samymi literami (a, b, c) nie różnią się istotnie na poziomie ( $\alpha = 0,05$ )

The values denoted with the same letters (a, b, c) do not significantly differ at the level of ( $\alpha = 0.05$ )

NIR —. najmniejsza istotna różnica; LSD — least significant differences

Zdaniem Palazoglu i in. (2010), Sawickiej i Mikos-Bielak (2001) oraz Tajner-Czopek i in. (2008) to tłuszcz smaźalniczy kształtuje smak i zapach gotowych wyrobów, wpływa również na ich wygląd. Mozolewski i in. (2009) we wcześniejszych badaniach nad metodami przygotowania mrożonych frytek do konsumpcji wykazali, że frytki smażone we frytownicy zawierały więcej tłuszczu, niż restytuowane w piekarniku i kuchence mikrofalowej i uzyskały w ocenie organoleptycznej istotnie wyższe noty.

Potwierdzeniem tezy, że tłuszcz i jego pochodne tworzą również smak i zapach produktu są wyniki niniejszych badań (tab. 1). Gorący tłuszcz znajdujący się we frytownicy, okazał się najlepszym medium grzewczym wpływającym na wytworzenie się charakterystycznego smaku ziemniaka smażonego oraz tłuszczowo-orzechowego ( $\alpha = 0,01$ ) zaś gorące powietrze piekarnika i mikrofałe kuchenki w mniejszym stopniu wpływały na powstawanie pozytywnych profili smakowych. Co prawda zbyt duża zawartość tłuszczu we frytkach podraża koszty ich produkcji oraz sprawia, że są oleiste w smaku, jednakże zbyt mała, powoduje, że nie mają one odpowiedniego smaku i zapachu charakterystycznego dla produktów smażonych. Mając jednakże na uwadze, że w ciągu ostatnich lat zwiększyło się w Polsce spożycie produktów typu „fast food”, bogatych w tłuszcze, do których należą frytki (Sawicka i Barbaś, 2011) oraz problem zdrowotny współczesnego społeczeństwa, jakim jest nadwaga i otyłość, należy poszukiwać możliwości ograniczenia zawartości tłuszczu w smażonych produktach, w tym we frytkach.

Wyniki pomiaru ilościowego negatywnych profili smakowych powstających podczas restytucji frytek przedstawiono w tabeli 2. Dane wskazują, że natężenia negatywnych cech smakowych były zróżnicowane. Wysoką notę (3,86 pkt.) za smak słodki otrzymały frytki restytuowane we frytownicy, co różniło je od frytek przygotowanych w piekarniku i kuchni mikrofalowej. We frytkach pieczonych w piekarniku i kuchni mikrofalowej natężenia negatywnych profili takich, jak przypalony, obcy, gnilny, czy kwaśny były istotnie ( $\alpha = 0,01$ ) wyższe niż we frytkach smażonych we frytownicy.

Tabela 2

**Negatywne profile smakowe frytek uzyskanych różnymi metodami restytucji**  
**Negative flavour profiles of French fries prepared using different heat treatment methods**

Technika przygotowania frytek Method of preparation	n	Profil smakowy, natężenie (punkty 1-10) Flavour profile, intensity (points 1-10)					
		słodki sweet	przypalony burnt	obcy unfamiliar	jełki rancid	kwaśny sour	gnilny putrid
W piekarniku Electric oven	48	3,10b	1,67A	4,12A	1,48a	2,95a	2,73A
W kuchni mikrofalowej Microwave oven	48	2,63b	2,11A	2,82B	1,07a	2,77a	2,94A
We frytownicy Deep fryer	48	3,86a	0,57B	1,19C	0,77a	1,56b	1,07B
NIR — LSD		0,55	1,09	1,19	0,86	0,78	1,11

Wartości oznaczone tymi samymi literami (A, B, C) nie różnią się istotnie na poziomie ( $\alpha = 0,01$ )

The values denoted with the same letters (A, B, C) do not significantly differ at the level of ( $\alpha = 0.01$ )

Wartości oznaczone tymi samymi literami (a, b, c) nie różnią się istotnie na poziomie ( $\alpha = 0,05$ )

The values denoted with the same letters (a, b, c) do not significantly differ at the level of ( $\alpha = 0.05$ )

NIR — najmniejsza istotna różnica; LSD — least significant differences

O profilu smakowym żywności poddanej obróbce termicznej decydują prekursorzy związków smakowo-zapachowych pochodzące z użytych surowców, zaś o profilu smakowym frytek głównie: ziemniak oraz tłuszcz (Michalska i Zieliński 2007; Tajner-Czopek i in., 2008; Jansky, 2010).

Typowy przypalony smak tworzący profil frytek restytuowanych w piekarniku i kuchni mikrofalowej może wynikać z faktu, że krawędzie frytek, głównie karbowanych, są szczególnie podatne na dehydratację w tych urządzeniach przez gorące powietrze (Dobarganes i Marquez-Ruiz, 2007). W piekarniku i kuchence mikrofalowej produkt piecze się nierównomiernie. Obrzeża frytek narażone są na miejscowe przegrzanie, a część ma bezpośredni kontakt z powierzchnią naczynia, co może przyczyniać się do intensywnego smaku przypaleniźny. W warunkach tych (temp. 225°C) dochodzi do karmelizacji cukrów oraz termicznego rozkładu białek, co może dawać odczucie określane jako przypalony, gorzki smak.

Interesujące jest w niniejszych badaniach występowanie we frytkach przygotowanych piekarniku i kuchni mikrofalowej negatywnych profili takich, jak kwaśny i gnilny. Fakt ten może świadczyć o niewłaściwym procesie technologicznym, zachodzeniu procesów gnilnych podczas ich produkcji oraz nieodpowiednim procesem mycia i zbyt oszczędną gospodarką wodną. Jak widać z uzyskanych wyników natężenia niewyczuwalne w pro-

dukcje handlowym przez przeciętnego konsumenta mogą być określone wartościowo przez wyszkolony zespół. Jak podaje Jansky (2010), składnikiem wpływającym na negatywne cechy gotowanego ziemniaka jest m.in. metylopyrazyna, która może pochodzić ze świeżego ziemniaka oraz bakterii glebowych — tworzy ona posmak określany jako ziemisty i stęchły (ang. earthy; musty). I to one mogły być wyczuwane przez panelistów jako smak obcy.

Metoda restytucji frytek we frytownicy niesie ze sobą pozytywny skutek zmniejszenia natężenia negatywnych profili. W środowisku oleju nagrzanego do temperatury 180°C parująca gwałtownie woda porywa ze sobą lotne cząsteczki związków negatywnych skuteczniej, niż krążące w piekarniku i kuchence gorące powietrze.

#### WNIOSKI

1. Ogrzewanie w kuchni mikrofalowej wytworzyło we frytkach typowy smak gotowanego ziemniaka a ogrzewanie we frytownicy charakterystyczny smak ziemniaka smażonego oraz tłuszczowo-orzechowego.
2. Gorące powietrze piekarnika i mikrofałe kuchenki w mniejszym stopniu wpływały na powstawanie pozytywnych profili smakowych frytek .
3. Stwierdzono niższe natężenie negatywnych profili smakowych we frytkach restytuowanych we frytownicy: kwaśnego, gnilnego i obcego.
4. Ogrzewanie w piekarniku i kuchni mikrofalowej wytwarzało charakterystyczny profil produktu przypalonego.
5. Frytki smażone we frytownicy były najlepsze smakowo i charakteryzowały się większym natężeniem profili pozytywnych niż negatywnych w porównaniu z frytkami otrzymanymi pozostałymi technikami.

#### LITERATURA

- Dobarganes M. C., Marquez-Ruiz G. 2007. Formation and analysis of oxidized monomeric, dimeric and higher oligomeric triglycerides, Erickson M. D. (Ed.) Deep frying, chemistry, nutrition, and practical applications. AOCS Press, Urbana IL.: 87-110.
- Duckham S. C., Dodson A. T., Bakker J., Ames J. M. 2001. Volatile flavour components of baked potato flesh: A comparison of eleven potato cultivars. *Nahrung/Food* 45: 317-323.
- Grochulska C. 2008. Wszechstronne ziemniaczki — raport o rynku frytek i przetworów ziemniaczanych. *Fresh & Cool Market* nr 8 (14): 1 — 5.
- Jansky S. H. 2010. Potato flavor. *Am. J. Pot. Res.* 87: 209 — 217.
- Kita A., Lisińska G., Tajner-Czopek A., Pęksa A., Rytel E. 2009. The properties of potato snacks influenced by the frying medium. In: Yee N., Bussel W. (Eds) *Potato IV. Food 3 (Special Issue 2)*: 93 — 98.
- Kita A., Lisińska G. 2007. Ocena składu chemicznego i jakości organoleptycznej mrożonych produktów ziemniaczanych pochodzących z sieci handlowej *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (52): 15 — 27.
- Michalska A., Zieliński H. 2007. Produkty reakcji Maillarda w żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 2 (51): 5 — 16.
- Mozolewski W., Pomianowski J. F., Kopeć M. 2009. Metody restytucji warunkiem jakości frytek ziemniaczanych, *Inż. Ap. Chem.* 2: 106 — 107.
- Orthofer F. T., Gurkin S., Liu K. 1996. Dynamics of frying, Perkins E. G., Erickson M. D. (Ed.): *Deep frying: Chemistry, nutrition, and practical applications*, AOCS Press, Champaign, IL: 223 — 244.

- Oruna-Concha M.J., Bakker J., Ames J.M. 2002. Comparison of the volatile components of two cultivars of potato cooked by boiling, conventional baking and microwave baking. *J. Sci. Food Agric.* 82: 1080 — 1087.
- Palazoglu T.K., Savrand D., Gökmen V. 2010. The effect of cooking method (baking compared with frying) on acrylamide level of potato chips was investigated in this study. *J. Food Sci.* 75, 1: 25 — 29.
- PN-A-82350:1996. Mrożone wyroby kulinarne-Pobieranie próbek i metody badań.
- PN-ISO 6564:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Metody profilowania smakowości.
- Sawicka B., Barbaś P. 2011. Zależność jakości frytek od składu chemicznego bulw ziemniaka w ekologicznym i integrowanym systemie uprawy. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 1: 5 — 11.
- Sawicka B., Mikos-Bielak M. 2001. Quality of French-fries of 37 potato cultivars in conditions of application of growth regulators Mival and Poteitin. *Electr. J. Pol. Agric. Univ. Ser. Food Sci. Technol.* 5, 2: 1 — 6.
- Tabee E., Azadmard-Damirchi S., Jägerstad M., Dutta P. C. 2008. Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden. *J. Food Comp. Anal.* 21, 2: 169 — 177.
- Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G. 2008. Zawartość akrylamidu we frytkach w zależności od temperatury i czasu smażenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 530: 371 — 379.
- van Loon W. A. M., Linssen J. P. H., Legger A., Posthumus M. A., Voragen A. G. J. 2005. Identification and olfactometry of French fries flavour extracted at mouth conditions. *Food Chem.* 90: 417 — 425.